

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 64 325.6  
**Anmeldetag:** 22. Dezember 2000  
**Anmelder/Inhaber:** LINDE AKTIENGESELLSCHAFT,  
Wiesbaden/DE  
**Erstanmelder:** Linde Gas AG,  
Höllriegelskreuth/DE  
**Bezeichnung:** Prozessgas und Verfahren zum Laser-  
strahlschweißen  
**IPC:** B 23 K 26/14

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 14. August 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Hintermeier".

Hintermeier

### Zusammenfassung

#### Prozessgas und Verfahren zum Laserstrahlschweißen

Die Erfindung betrifft ein Prozessgas zum Laserstrahlschweißen mit einem auf ein zu schweißendes Werkstück fokussierten Laserstrahl. Erfindungsgemäß enthält das

- 5 Prozessgas außer mindestens einem Inertgas zumindest Sauerstoff und Wasserstoff. Vorteilhafterweise ist der Sauerstoffanteil im Prozessgas im Verhältnis zum Wasserstoffanteil im Hinblick auf die Reaktion  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow \text{ H}_2\text{O}$  unterstöchiometrisch gewählt.

### Beschreibung

#### Prozessgas und Verfahren zum Laserstrahlschweißen

Die Erfindung betrifft ein Prozessgas zum Laserstrahlschweißen mit einem auf ein zu schweißendes Werkstück fokussierten Laserstrahl. Die Erfindung betrifft ferner ein

5 Verfahren zum Laserstrahlschweißen, bei welchem das Prozessgas eingesetzt wird, wobei ein fokussierter Laserstrahl auf eine zu bearbeitende Werkstückoberfläche geführt wird und ein inertgashaltiger Prozessgasstrom gegen die Werkstückoberfläche geleitet wird.



10 Die Eigenschaften der Laserstrahlung, insbesondere die Intensität und gute Fokussierbarkeit, haben dazu geführt, dass Laser heute in vielen Gebieten der Materialbearbeitung zum Einsatz kommen. Die Laserbearbeitungsanlagen sind an sich bekannt. In der Regel weisen sie einen Laserbearbeitungskopf, gegebenenfalls mit einer zum Laserstrahl koaxial angeordneten Düse auf. Oftmals werden Laserbearbeitungsanlagen 15 in Verbindung mit einer CNC-Steuerung eingesetzt.



Unter einem fokussierten Laserstrahl wird im Rahmen der Erfindung ein im wesentlichen auf die Werkstückoberfläche fokussierter Laserstrahl verstanden. Außer bei der überwiegend eingesetzten Methode mit auf die Werkstückoberfläche fokussierter 20 Laserstrahlung kann die Erfindung auch bei der selten benutzten Variante mit nicht exakt auf die Werkstückoberfläche fokussierter Strahlung angewandt werden.

Bei vielen Verfahren der Lasermaterialbearbeitung wird metallisches und/oder sonstiges Material auf Temperaturen erhitzt, bei denen eine Reaktion mit den 25 einhüllenden Gasen stattfindet. In vielen Fällen werden daher technische Gase eingesetzt, um diese Materialbearbeitungsprozesse effektiver, schneller und/oder mit verbesserter Qualität durchführen zu können.

Beim Laserstrahlschweißen erfüllen Prozessgase verschiedene Aufgaben. Die 30 Kontrolle und Reduzierung des Plasmas ist bei hohen Laserleistungen zwingend. Dies ist beispielsweise aus der Veröffentlichung "Laser im Nebel", Dr. W. Danzer und Klaus Behler, Zeitschrift LASER, Ausgabe 1/87, Seiten 32 bis 36, bekannt. Andere Aufgaben wie der Schutz vor Oxidation, eine metallurgische Optimierung und/oder eine

Maximierung der Geschwindigkeit und der Qualität (Spritzer, Poren, Nahtqualität) werden bislang vernachlässigt.

Beim Laserstrahlschweißen ist es bekannt, inerte Schutzgase wie Helium oder Argon

5 einzusetzen. Auch Stickstoff wird teilweise verwendet. Vereinzelt werden auch Beimengungen in geringen Mengen zugemischt.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein Prozessgas und ein Verfahren der eingangs genannten Art aufzuzeigen, welche ein verbessertes Laserstrahlschweißen

10 ermöglichen. Insbesondere sollten mit Hilfe des Prozessgases auch neben der Kontrolle und Reduzierung des Plasmas eine Maximierung der Geschwindigkeit und

15 der Qualität erreicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Prozessgas außer

15 mindestens einem Inertgas zumindest Sauerstoff und Wasserstoff enthält.

Wesentlich ist für die Erfindung, dass das Prozessgas neben einem Inertgasanteil auch einen Aktivgasanteil aufweist.

20 Die Erfindung beruht auf der Einkoppelung von Energie aus der Reaktion  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow \text{ H}_2\text{O}$  in den Ort, wo der Laserstrahl arbeitet.

Die Reaktion  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2$  bringt verschiedene Vorteile mit sich, die gut mit dem

15 Laserstrahl kombinieren:

25 1. Sie ist sauber.  
2. Sie ist mehr oder weniger reduzierend je nach Mischverhältnis  $\text{H}_2 / \text{O}_2$ .  
3. Sie ist sehr schnell.  
4. Sie ist energiereich.  
5. Sie läuft vor allem dort ab, wo hohe Temperaturen auftreten, d.h. an der

30 Schweißstelle.

Die Erfindung ermöglicht eine Verbesserung im Hinblick auf die Plasmakontrolle. Die Erfindung bewirkt eine positive Beeinflussung der Plasmabildung.

In Weiterbildung der Erfindung ist der Sauerstoffanteil im Prozessgas im Verhältnis zum Wasserstoffanteil im Hinblick auf die Reaktion  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow \text{ H}_2\text{O}$  unterstöchiometrisch gewählt.

5 Mit Vorteil kann das Prozessgas das Inertgas im Prozessgas eine oder mehrere der Gaskomponenten aus der Gruppe Stickstoff, Argon und Helium enthalten.

Es haben sich insbesondere Prozessgase bewährt, die aus einem zumindest Wasserstoff oder Wasserstoff und Inertgas, enthaltenden Gasgemisch und Luft

10 gemischt sind.

15 In Ausgestaltung der Erfindung kann insbesondere ein reduzierend wirkendes Prozessgasgemisch eingesetzt werden. Durch die Wahl des unterstöchiometrischen Verhältnisses von Sauerstoff zu Wasserstoff im Prozessgasgemisch im Hinblick auf die

Reaktion  $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow \text{ H}_2\text{O}$  kann der Grad der reduzierenden Wirkung des Prozessgases bestimmt werden. Das bedeutet, dass je nach Wahl des unterstöchiometrischen Verhältnisses von Sauerstoff zu Wasserstoff im Prozessgas ein mehr oder weniger reduzierendes Prozessgasgemisch verwendet werden kann. Damit ist eine wertvolle Möglichkeit der Anpassung an die im Einzelfall vorliegenden Bedingungen einschließlich

20 des zu schweißenden Werkstoffs gegeben.

Das Prozessgas kann vorgemischt der Laserschweißanlage zugeführt werden.

25 In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung werden zumindest einzelne Kompo-

nente des Prozessgasgemisches in der Laserschweißanlage vor der Schweißdüse

gemischt und/oder in der Schweißdüse verwirbelt. In diesem Fall enthält die Schweißanlage bzw. die Schweißdüse entsprechend geeignete Mittel, insbesondere Einbauten als Strömungsleitmittel.

30 Helium dient dabei der Plasmaunterdrückung bzw. -kontrolle. Stickstoff wie auch Argon erhöhen die Abdeckung der Schweißzone. Stickstoff und Argon erfüllen auch zumindest teilweise die Aufgabe des Heliums und tragen daher als preisgünstiger Ersatz des Inertgases Helium zur Wirtschaftlichkeit des Laserstrahlschweißens bei. Die Sauerstoffbeigabe kann am Schweißprozess bestimmte positive Effekte, nämlich

35 insbesondere eine zusätzliche Energiezufuhr hervorrufen.

Die Erfindung kann im Zusammenhang mit allen Arten von Lasern zur Anwendung kommen. Vor allem eignet sie sich für den Einsatz bei der Laserbearbeitung mit Nd-YAG-Laser, Dioden-Laser und CO<sub>2</sub>-Laser.

5

Mit dem erfindungsgemäßen Prozessgas können gerade auch beschichtete Werkstoffe, vor allem Stähle, insbesondere verzinkte Stähle, geschweißt werden. Versuche an verzinkten Blechen brachten sehr gute Ergebnisse. Die Geschwindigkeit kann teilweise deutlich gesteigert werden.

10

Die Erfindung macht in der Regel keine Modifikationen bestehender Lasergeräte und Armaturen erforderlich.

Patentansprüche

1. Prozessgas zum Laserstrahlschweißen mit einem auf ein zu schweißendes Werkstück fokussierten Laserstrahl, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Prozessgas außer mindestens einem Inertgas zumindest Sauerstoff und Wasserstoff enthält.
2. Prozessgas nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffanteil im Prozessgas im Verhältnis zum Wasserstoffanteil im Hinblick auf die Reaktion 2  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$  unterstöchiometrisch gewählt ist.
3. Prozessgas nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Inertgas im Prozessgas eine oder mehrere der Gaskomponenten aus der Gruppe Stickstoff, Argon und Helium enthält.
4. Prozessgas nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Prozessgas aus einem zumindest Wasserstoff oder Wasserstoff und Inertgas, enthaltenden Gasgemisch und Luft gemischt ist.
5. Verfahren zum Laserstrahlschweißen, wobei ein fokussierter Laserstrahl auf eine zu bearbeitende Werkstückoberfläche geführt wird und ein inertgashaltiger Prozessgasstrom gegen die Werkstückoberfläche geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Prozessgas nach einem der Ansprüche 1 bis 4 verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Wahl des unterstöchiometrischen Verhältnisses von Sauerstoff zu Wasserstoff im Prozessgasgemisch im Hinblick auf die Reaktion 2  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$  der Grad der reduzierenden Wirkung des Prozessgases bestimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Prozessgas vorgemischt der Laserschweißanlage zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne Komponenten des Prozessgases in der Laserschweißanlage vor der Schweißdüse gemischt und/oder in der Schweißdüse verwirbelt werden.

9. Verwendung eines Prozessgases nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und/oder Anwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 bis 8 für das Laserstrahlschweißen beschichteter Werkstoffe, vor allem von Stählen, insbesondere verzinkter Stähle.
- 5